

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 28 593.8

**Anmeldetag:** 25. Juni 2003

**Anmelder/Inhaber:** SWAC ELECTRONIC GMBH, Zug/CH

**Bezeichnung:** Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung  
einer Schweißzangenbewegung

**IPC:** B 23 K 37/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Juni 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Dzierzon

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

GRÜNECKER, KINKELDEY STOCKMAIR & SCHWANHÄUSSER  
ANWALTSSOZIELTÄT

GKS & 5 MAXIMILIANSTRASSE 58 D-80538 MÜNCHEN GERMANY

Deutsches Patent- und Markenamt  
Zweibrückenstr. 12  
80297 München

RECHTSANWÄLTE  
LAWYERS  
MÜNCHEN  
DR. HELMUT EICHMANN  
GERHARD BARTH  
DR. ULRICH BLUMENRÖDER, LL.M.  
CHRISTA NIKLAS-FALTER  
DR. MAXIMILIAN KINKELDEY, LL.M.  
DR. KARSTEN BRANDT  
ANJA FRANK, LL.M.  
UTE STEPHANI  
DR. BERND ALLEKOTTE, LL.M.  
DR. ELVIRA PFRANG, LL.M.  
KARIN LOCHNER  
BABETT ERTL  
CHRISTINE NEUHIERL  
SABINE PRÜCKNER

PATENTANWÄLTE  
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS  
MÜNCHEN  
DR. HERMANN KINKELDEY  
PETER H. JAKOB  
WOLFHARD MEISTER  
HANS HILGERS  
DR. HENNING MEYER-PLATH  
ANNELE EHNOLD  
THOMAS SCHUSTER  
DR. KLARA GOLDBACH  
MARTIN AUFENANGER  
GOTTFRIED KLITZSCH  
DR. HEIKE VOGELSANG-WENKE  
REINHARD KNAUER  
DIETMAR KUHLE  
DR. FRANZ-JOSEF ZIMMER  
BETTINA K. REICHELT  
DR. ANTON K. PFAU  
DR. UDO WEIGELT  
RAINER BERTRAM  
JENS KOCH, M.S. (U of PA) M.S.  
BERND ROTHAEHEL  
DR. DANIELA KINKELDEY  
THOMAS W. LAUBENTHAL  
DR. ANDREAS KAYSER  
DR. JENS HAMMER  
DR. THOMAS EICKELKAMP  
JOCHEN KILCHERT  
DR. THOMAS FRIEDE

PATENTANWÄLTE  
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS  
BERLIN  
PROF. DR. MANFRED BÖNING  
DR. PATRICK ERK, M.S. (MIT)  
KÖLN  
DR. MARTIN DROPMANN  
CHEMNITZ  
MANFRED SCHNEIDER

OF COUNSEL  
PATENTANWÄLTE  
AUGUST GRÜNECKER  
DR. GUNTER BEZOLD  
DR. WALTER LANGHOFF

DR. WILFRIED STOCKMAIR  
(-1996)

IHR ZEICHEN / YOUR REF.

UNSER ZEICHEN / OUR REF.

DATUM / DATE

P 35 224 -829/il

25.06.2003

Anmelder: SWAC ELECTRONIC GMBH

CHAMER STR. 79  
6303 ZUG  
S C H W E I Z

Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer  
Schweißzangenbewegung

## **Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer Schweißzangenbewegung**

### **Ansprüche**

1. Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer Schweißzangenbewegung mittels eines Schweißzangenantriebs (1), welcher zumindest eine Primär- und eine Sekundärantriebseinrichtung (2, 3) aufweist, wobei die Primärantriebseinrichtung (2) wenigstens zwei Schweißzangenschenkel (5, 6) mit Schweißelektroden (7, 8) von im Wesentlichen gegenüberliegenden Seiten an ein Schweißobjekt (9) heranführt und mit vorbestimmter Druckkraft an dieses preßt und wobei die Sekundärantriebseinrichtung (3) bei ihrer Betätigung eine räumliche Lage der Schweißzange (4) und insbesondere der Schweißzangenschenkel (5, 6) variiert, mit den folgenden Schritten:
  - a) Heranfahren der Schweißzangen (4) an einen bestimmten Raumpunkt relativ zum Schweißobjekt;
  - b) Halten der Schweißzange (4) in einer festen räumlichen Lage während des Heranfahrens;
  - c) Betätigen der Sekundärantriebseinrichtung (3) bis zum Kontaktieren des Schweißobjekts (9) mit wenigstens einem Schweißzangenschenkel (5, 6) und Erfassen des Kontaktierens, und
  - d) Schließen der Schweißzange (4) durch die Primärantriebseinrichtung (3) unter Aufbau eines entsprechenden Schweißdrucks.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei im Schritt (a) die Schweißzange (4) mittels einer Robotereinrichtung (10) bewegt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei Primär- und/oder Sekundärantriebseinrichtung (2, 3) elektromotorisch betrieben werden.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei im Schritt (b) zum Halten der Schweißzange (4) in einer starren Relativposition zur Robotereinrichtung (10) oder zum Schweißobjekt (9) die Sekundärtriebseinrichtung (3) unterschiedlich in Höhe und Richtung bestromt wird.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei nach Schritt (b) und vor Schritt (c), d.h. nach Beenden des Heranfahrens an das Schweißobjekt (9), ein anliegender Haltestrom der Sekundärtriebseinrichtung (3) mit seinem Vorzeichen erfaßt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei im Schritt (c) der Haltestrom um einen bestimmten Kontaktierstromwert variiert wird zur Betätigung der Sekundärtriebseinrichtung (3) zum Herstellen des Kontakts.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Kontaktierstromwert experimentell für im wesentlichen jeden Raumpunkt ermittelt wird.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Kontaktierstromwert zumindest ausreichend groß zum Überwinden von bei der Bewegung der jeweils verwendeten Schweißzangen (4) auftretenden Reibungskräften gewählt wird.
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Kontaktierstromwert kurzzeitig um einen vorbestimmten Faktor zum Erreichen eines Losbrechmoments zur Einleitung der Bewegung der Schweißzange (4) mittels Sekundärtriebseinrichtung (3) erhöht wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der Kontaktierstromwert für eine bestimmte Zeit und/oder einen bestimmten Bewegungsweg der Sekundärtriebseinrichtung (3) erhöht wird.
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Kontaktieren des wenigstens einen Schweißschenkels (5, 6) durch Überwachen des der Sekundärtriebseinrichtung (3) zugeführten Stromes erfolgt.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Kontaktieren durch Erfassen eines Schleppfehlers im überwachten Strom festgestellt wird.
13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Schweißdruck im Schritt (d) bis auf einige kN, insbesondere bis auf etwa 5 kN erhöht wird.
14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei vor Anfahren eines weiteren Schweißpunktes bzw. nach Beendigung des Schweißens die Schweißzangenschenkel (5, 6) mittels Primärantriebseinrichtung (3) geöffnet und anschließend die Schweißzange (4) mittels Sekundärantriebseinrichtung (3) an einen vorbestimmten Ausgangsraumpunkt bewegt wird.
15. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei Abweichungen von vorgegebenen Raumpunkten des Schweißobjekts (9) bzw. der entsprechenden Schweißpunkte mittels Steuer- und/oder Regeleinrichtung (11) der Sekundärantriebseinrichtung (2) und/oder der Primärantriebseinrichtung (2) erfaßt und an eine Auswerteeinrichtung (12) insbesondere zur Qualitätssicherung übermittelt werden.
16. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei körperliche Änderung der Schweißelektroden (7, 8) oder von Teilen der Schweißelektroden durch Verschleiß, Abtragen von Material, Verlust einer Schweißelektrode oder Teilen davon oder dergleichen beim Kontaktieren des Schweißobjekts oder Kontaktieren der Schweißzangenschenkel (5, 6) bzw. der Schweißelektroden (7, 8) miteinander mittels der Steuer- und/oder Regeleinrichtung (11) erfaßt werden.
17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei der Ausgangsraumpunkt hinsichtlich der körperlichen Änderungen korrigiert und/oder die Änderung an die Auswerteeinrichtung (12) übermittelt wird.
18. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Sekundärantriebseinrichtung (3) durch zumindest zwei Einzelantriebe der Schweißzange (4) im Wesentlichen innerhalb eines Halbraums verschwenkt wird.

## **Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer Schweißzangenbewegung**

### **Beschreibung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer Schweißzangenbewegung mittels eines Schweißzangenantriebs, welcher zumindest eine Primär- und eine Sekundärantriebseinrichtung aufweist, wobei die Primärantriebseinrichtung wenigstens zwei Schweißzangenschenkel mit Schweißelektroden von im wesentlichen gegenüberliegenden Seiten an ein Schweißobjekt heranzuführt und mit vorbestimmter Druckkraft an dieses preßt und wobei die Sekundärantriebseinrichtung bei ihrer Betätigung eine räumliche Lage der Schweißzange insbesondere der Schweißzangenschenkel bestimmt.

Solche Schweißzangen werden beispielsweise bei der Automobilherstellung eingesetzt, um Bleche als Schweißobjekt miteinander zu verschweißen. In der Regel weisen solche Schweißzangen zwei Schweißzangenschenkel auf, die C- oder X-förmig angeordnet sind. Durch Betätigen der Primärantriebseinrichtung werden die Schweißzangenschenkel einander angenähert und schließlich auf unterschiedlichen Seiten an das Schweißobjekt angepreßt. Das eigentliche Schweißen kann dabei punktförmig durch Widerstandsschweißen, Laserstrahlschweißen, Lichtbogenschweißen oder dergleichen erfolgen.

Für die Schweißzange ist weiterhin eine Sekundärantriebseinrichtung vorgesehen, durch die beispielsweise der sogenannte Zangenausgleich erfolgt. Dieser verhindert bei Bewegungen der gesamten Schweißeinrichtung ein ungewolltes Ändern der Raumachse der Schweißzange.

Außerdem wird die Sekundärantriebseinrichtung auch dazu verwendet, bei Schließen der Schweißzange und Kontaktieren des Schweißobjekts für einen Ausgleich der auftretenden Kräfte zu sorgen.

Bei bisher bekannten Verfahren wird in der Regel ein starrer Schweißzangenschenkel durch lineare Bewegung per Luft oder elektromotorisch zum Ausgleich der Kräfte entspannt oder weiter an das Schweißobjekt herangeführt. Allerdings erfolgt dies durch

eine nicht kontrollierte Bewegung des starren Schweißzangenschenkels. Beispielsweise kann das Kontaktieren des Schweißobjekts durch den starren Schweißzangenschenkel nicht erfaßt werden und insbesondere unkorrekte Raumlagen von Schweißobjekt zu Schweißzange sind damit nicht erfaßbar. Dies führt zu einer Unsicherheit beim Verschweißen, die mit den steigenden Qualitätsanforderungen an jede Verschweißung nicht vereinbar ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung der Schweißzangenbewegung dahingehend zu verbessern, dass auch das Kontaktieren des Schweißobjekts durch die Schweißzange kontrolliert erfolgt und eventuelle Abweichungen von vorgegebenen Raumpunkten beim Kontaktieren sicher erfaßt werden.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß erfolgt ein Heranfahren der Schweißzange an einen bestimmten Raumpunkt. Dieser ist beispielsweise durch einen entsprechenden Schweißpunkt am Schweißobjekt vorgegeben. Während des Heranfahrens wird die Schweißzange in einer festen räumlichen Lage gehalten, wobei diese räumliche Lage relativ zum anzufahrenden Raumpunkt ebenfalls erfaßt wird. Ist der Raumpunkt erreicht, wird durch die Sekundärtriebseinrichtung wenigstens ein Zangenschenkel bewegt, bis er das Schweißobjekt kontaktiert. Dabei wird nicht nur das Kontaktieren selbst erfaßt, sondern auch der entsprechende Kontaktort über Bewegung der Sekundärtriebseinrichtung, die vorangehend genannte feste räumliche Lage sowie den bestimmten Raumpunkt. Je nach erfaßtem Kontaktpunkt kann eine Korrektur beispielsweise der räumlichen Lage der Schweißzange erfolgen, so dass anschließend ein sicheres Schließen der Schweißzange durch die Primärtriebseinrichtung unter Aufbau eines entsprechenden Schweißdrucks möglich ist und die Verschweißung allen Qualitätsanforderungen genügt.

Da das Kontaktieren mittels der Sekundärtriebseinrichtung genau erfaßbar ist, erfolgt kein Prallschlag eines Schweißzangenschenkels relativ zum Schweißobjekt, durch den gegebenenfalls eine Beschädigung des Schweißobjekts erfolgen könnte oder durch den zumindest der Lärmpegel erhöht ist. Außerdem kann eine Blechverformung durch nicht gleichmäßigen Schweißdruck vermieden werden. Es besteht sogar die Möglichkeit, dass

eine Dicke des Schweißobjekts erfasst und insbesondere eine Blechdickeerkennung im Moment des Kontaktierens und bei Schließen der Schweißzange durchgeführt wird.

Erfindungsgemäß ist dabei auch ein Auftreffen bzw. Kontaktieren des Schweißobjekts erfaßbar, bei dem das Kontaktieren unter einem Winkel zur Flächennormalen im Kontaktpunkt erfolgt, d.h. wenn die entsprechende Schweißelektrode nicht genau vertikal relativ zum Schweißpunkt herangeführt wird.

Die Schweißzange kann erfindungsgemäß durch übliche Bewegungseinrichtungen an den bestimmten Raumpunkt relativ zum Schweißobjekt herangeführt werden. Solche Bewegungseinrichtungen sind entsprechende Handhabungsautomaten oder dergleichen und beispielsweise auch Robotereinrichtungen. Durch eine solche Robotereinrichtung wird die Schweißzange nach entsprechender Programmierung an jeden der Raumpunkte zur anschließenden Verschweißung herangeführt.

Um in einfacher Weise die Bewegung bzw. Verstellung von Primär- und Sekundärantriebseinrichtung insbesondere gesteuert durchführen zu können, können Primär- und/oder Sekundärantriebseinrichtung elektromotorisch betrieben werden. Ein Beispiel in diesem Zusammenhang ist insbesondere ein Servomotor mit entsprechenden Getrieben zur Umsetzung einer rotatorischen Bewegung in eine translatorische, wie beispielsweise Kugelumlaufspindeln oder dergleichen.

Um günstigerweise das Halten der Schweißzange in der festen räumlichen Lage während des Heranfahrens durchführen zu können und gleichzeitig Informationen über die räumliche Lage zu erhalten, kann die Sekundärantriebseinrichtung unterschiedlich in Höhe und Richtung bestromt werden. Dadurch wird während der Bewegung der Schweißzange beispielsweise mittels der Robotereinrichtung die starre räumliche Lage bzw. Relativposition zur Robotereinrichtung oder auch zum Schweißobjekt beibehalten. Gleichzeitig ergibt sich durch Höhe und Richtung der Bestromung eine Information über die räumliche Lage.

Nach Beenden des Heranfahrens und noch vor Kontaktieren des Schweißobjekts mittels zumindest eines Schweißzangenschenkels kann der anliegende Haltestrom der Sekundärantriebseinrichtung mit Vorzeichen erfaßt werden. Dabei ist zu beachten, dass



einem beliebigen Raumpunkt immer ein bestimmter Haltestrom der Sekundär-antriebseinrichtung entspricht, der je nach resultierenden Kraftvektor (Druck oder Zug) ein positives oder negatives Vorzeichen hat. Dabei ist noch zu beachten, dass der Haltestrom weiterhin noch von der verwendeten Schweißzange abhängen kann.

Ein entsprechender Haltestrom ergibt sich ebenfalls für die Primär-antriebseinrichtung, wobei dieser Haltestrom allerdings nicht für die Lage der Schweißzange im Raum oder den angefahrenen Raumpunkt bedeutsam ist.

Durch die Beziehung zwischen Haltestrom und Raumpunkt ist es vorteilhafterweise möglich, den Haltestrom um einen bestimmten Kontaktierstromwert zu variieren, so dass mittels der Sekundär-antriebseinrichtung eine weitere Annäherung der Schweißzange an das Schweißobjekt und den bestimmten Raumpunkt zum Setzen des Schweißpunkts erfolgen kann. Diese Annäherung erfolgt bis zum Erfassen des Kontakts durch wenigstens einen Schweißzangenschenkel.

Da der Kontaktierstromwert abhängig vom jeweiligen Raumpunkt und der räumlichen Lage der Schweißzange sein kann, kann der Kontaktierstromwert vorteilhafterweise experimentell für im Wesentlichen jeden Raumpunkt ermittelt werden. Es besteht allerdings auch die Möglichkeit, dass für alle Raumpunkte und räumlichen Lagen jeweils ein bestimmter Kontaktierstromwert verwendet wird.

Da je nach Raumpunkt und räumlicher Lage der Schweißzange die in der Sekundär-antriebseinrichtung auftretenden Reibungskräfte unterschiedlich sein können, wird der entsprechende Kontaktierstromwert zumindest so groß gewählt, dass er zum Überwinden der Reibungskräfte (Bewegungseinleitung) in Abhängigkeit von Raumpunkt, räumlicher Lage und jeweils verwendeter Schweißzange gewählt wird.

In diesem Zusammenhang kann es sich als vorteilhaft erweisen, wenn gegebenenfalls der Kontaktierstromwert kurzzeitig um einen vorbestimmten Faktor zum Erreichen eines Losbrechmoments zur Einleitung der Bewegung der Schweißzange mittels Sekundär-antriebseinrichtung erhöht wird. Dieses dient beispielsweise zur Überwindung des sogenannten Stick-Slip Effekts zum Einleiten der Bewegung bei entsprechenden Lagern für die Schweißzange.

Es besteht dabei die Möglichkeit, dass das Losbrechmoment ebenfalls abhängig von der verwendeten Schweißzange, vom Raumpunkt oder der räumlichen Lage der Schweißzange ist und erfindungsgemäß beispielsweise so gesteuert werden kann, dass der Kontaktierstromwert nur für eine bestimmte Zeit und/oder einen bestimmten Bewegungsweg der Sekundärantriebseinrichtung erhöht wird.

Erfindungsgemäß erfolgt die Regelung der Bewegung der Sekundärantriebseinrichtung dabei vorteilhafterweise nicht oder zumindest nicht nur über eine Positionsbestimmung, sondern über die Bestimmung des Stroms, wobei vorteilhafterweise auch das Kontaktieren des wenigstens einen Schweißzangenschenkels durch Überwachung des der Sekundärantriebseinrichtung zugeführten Stroms erfolgen kann.

Da in diesem Zusammenhang die Bewegung durch die Sekundärantriebseinrichtung im Wesentlichen durch den geringen Kontaktierstromwert erfolgt, kann das Kontaktieren sanft und ohne mechanische Verformung am Schweißobjekt erfolgen. Dabei ist zu beachten, dass der Kontaktierstromwert in der Regel im Bereich von Milliampere liegt.

Eine einfache Möglichkeit zum Erfassen des Kontaktierens mittels des Stroms kann darin gesehen werden, dass ein sogenannter Schleppfehler im überwachten Strom festgestellt wird. Dieser ergibt sich in der Regel durch eine Differenz zwischen Positions- oder Lage-Istwert und entsprechendem Sollwert für die Sekundärantriebseinrichtung.

Nach entsprechender Erfassung des Kontaktierens und gegebenenfalls Ausrichtung der Schweißzange relativ zum Schweißobjekt, kann dann sicher ein komplettes Schließen der Schweißzange durch die Primärantriebseinrichtung stattfinden, und der für ein Punktschweißen mit ausreichender Qualität notwendige Schweißdruck aufgebracht werden kann. Dieser beträgt in der Regel einige kN und insbesondere bis zu etwa fünf kN.

Erfindungsgemäß ist in analoger Weise ebenfalls ein Öffnen der Schweißzange bzw. ein anschließendes Anfahren eines weiteren Schweißpunktes steuer- und/oder regelbar. Dazu können beispielsweise vor Anfahren eines weiteren Schweißpunktes bzw. auch nach Beendigung des Schweißens die Schweißschenkel mittels Primärantriebseinrich-

tung geöffnet und anschließend die Schweißzange mittels Sekundärtriebseinrichtung an einen vorbestimmten Ausgangsraumpunkt bewegt werden. Dieser Ausgangsraumpunkt kann der oben genannten festen räumlichen Lage während des Heranfahrens an einen entsprechenden Schweißpunkt entsprechen. Nach Erreichen dieses Ausgangsraumpunktes und bei entsprechender räumlicher Lage der Schweißzange kann dann durch beispielsweise die Robotereinrichtung der nächste Schweißpunkt angefahren werden, an dem dann in bereits beschriebener Weise wieder ein Kontaktieren überwacht wird.

Um automatisch beim erfindungsgemäßen Verfahren entsprechende Raumpunkte immer korrekt anfahren zu können, können Abweichungen an vorgegebenen Raumpunkten des Schweißobjekts bzw. der entsprechenden Schweißpunkte mittels Steuer- und/oder Regeleinrichtung der Sekundärtriebseinrichtung und/oder der Primärtriebseinrichtung erfaßt und an eine Auswerteeinrichtung zur Qualitätssicherung übermittelt werden. Eine solche Abweichung von einem vorgegebenen Raumpunkt ist beispielsweise dadurch erfaßbar, dass ein Vergleich zwischen Kontaktpunkt und zugehörigen Raumpunkt erfolgt und bei fehlender Übereinstimmung von Kontaktpunkt und Raumpunkt eine entsprechende Abweichung bestimmt wird. Diese kann sich beispielsweise durch unkorrekte Raumlagen des zu schweißenden Schweißobjekts und/oder der programmierten Lage der Robotereinrichtung ergeben.

Entsprechende Abweichungen können allerdings auch dadurch auftreten, dass ein Elektrodenverschleiß stattgefunden hat. Ein solcher Elektrodenverschleiß ergibt sich beim Widerstandsschweißen beispielsweise, wenn bei verzinktem Stahlblech als Schweißobjekt eine Legierungsbildung zwischen geschmolzenem Zink und Kupfer der Schweißelektroden stattfindet. Dabei ergibt sich durch die körperliche Änderung der Schweißelektrode eine Abweichung von Kontaktpunkt und zugehörigem Raumpunkt. Diese kann erfindungsgemäß korrigiert werden. Weiterhin ist zu beachten, dass die Standzeiten der Schweißelektroden beispielsweise durch Elektrodenfräsen, durch das diese entsprechende Legierungsbildung beseitigt wird, erhöht wird, aber durch das Elektrodenfräsen wiederum eine körperliche Änderung der Schweißelektroden erfolgt, die zu einer entsprechenden Abweichung von Kontaktpunkt und Raumpunkt, siehe die obigen Ausführungen, führt. Auch eine solche Abweichung kann erfindungsgemäß erfaßt und kompensiert werden.

Die Erfassung solcher körperlichen Änderungen erfolgt erfindungsgemäß dabei so genau und zuordbar, dass entsprechende körperliche Änderung der jeweiligen Elektrode bzw. dem jeweiligen Schweißzangenschenkel zugeordnet werden können. Folglich ergibt sich erfindungsgemäß die Möglichkeit, dass körperliche Änderungen der Schweißelektroden oder Teilen davon durch Verschleiß, Abtragen von Material, Verlust einer Schweißelektrode oder Teilen davon oder dergleichen beim Kontaktieren des Schweißobjekts oder der Schweißelektroden direkt miteinander erfaßt werden können.

Erfindungsgemäß besteht ebenfalls die Möglichkeit, dass solche körperlichen Änderungen zur Korrektur des oben genannten Ausgangsraumpunktes herangezogen werden und/oder an die Auswerteeinrichtung übermittelt werden. Eine solche Übermittlung dient ebenfalls zur Qualitätssicherung und kann beispielsweise herangezogen werden, um durch Meldung an eine zugeordnete Stelle einen Kappenaustausch oder ein Kappenfräsen zu veranlassen.

Insgesamt dient dabei das erfindungsgemäße Verfahren im Rahmen der Qualitätssicherung sowohl zur Qualitätsprüfung, Qualitätsüberwachung als auch Qualitätsregelung.

Ist die Schweißzange an beispielsweise der Robotereinrichtung um eine Schwenkachse verschwenkbar gelagert, kann die Sekundärtriebseinrichtung einen Antrieb aufweisen, der entsprechend den Schwenkwinkel um diese Schwenkachse ändert. Dabei wird die Schweißzange im Wesentlichen nur in einer Ebene bewegt, welche sich senkrecht zur Schwenkachse erstreckt. Es ist allerdings ebenfalls möglich, dass zwei oder mehr Antriebe bei der Sekundärtriebseinrichtung verwendet werden, um bei entsprechender Lagerung der Schweißzange an der zugehörigen Bewegungseinrichtung diese innerhalb im Wesentlichen eines Halbraums zu verschwenken.

Es sei noch angemerkt, dass je nach Ausführung der Antriebseinrichtungen sowie deren Anordnung und Bewegung durch entsprechende Bewegungseinrichtungen weitere Parameter neben insbesondere Strom gemessen und verändert werden können, um Raumpunkt und räumliche Lage festzustellen und gegebenenfalls ändern zu können, wobei dies Betätigungszustand der entsprechenden Antriebe der Antriebseinrichtungen und/oder Position dieser Antriebseinrichtungen sein können.

Weiterhin sei noch darauf hingewiesen, dass das erfindungsgemäße Verfahren nicht auf eine Schweißzange zum Widerstandsschweißen beschränkt ist, sondern auch bei anderen thermischen Fügeverfahren oder auch bei mechanischen Fügeverfahren einsetzbar ist, wenn genau ein Kontaktpunkt von entsprechender Einrichtung und zu bearbeitenden Objekt ermittelt werden soll. Weiterhin, siehe auch die vorangehenden Ausführungen, können erfindungsgemäß neben beispielsweise einer Blechdickenerkennung bei Verschweißen von Blechen oder anderen Abstandsmessungen der entsprechenden Schweißzangenschenkel durch Messung des Stroms ein Kraftprofil für das Schließen der Schweißzange und während des Verschweißens bestimmt werden.

Im Folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren anhand der beigefügten Figur näher erläutert.

Es zeigt:

Figur 1 eine Seitenansicht einer Schweißzange mit entsprechendem Antrieb.

In Figur 1 ist eine X-förmige Schweißzange 4 mit zwei Schweißzangenschenkeln 5 und 6 dargestellt. Diese sind um eine Schwenkachse 24 verschwenkbar. Die Schwenkachse 24 ist an einer Robotereinrichtung 10 als Bewegungseinrichtung für die Schweißzange 4 ausgebildet. Zum Verschwenken um die Schwenkachse 24 ist der Schweißzange 4 eine Sekundärtriebseinrichtung 3 zugeordnet. Zum Verschwenken der Schweißzangenschenkel 5, 6 relativ zueinander ist zwischen diesen eine Primärtriebseinrichtung 2 angeordnet.

Primär- und Sekundärtriebseinrichtung 2, 3 sind beispielsweise durch elektromotorische Antriebe, wie beispielsweise Servomotoren gebildet.

An den der Primärtriebseinrichtung 2 gegenüberliegenden Enden der Schweißzangenschenkel 5, 6 sind entsprechende Schweißelektroden 7, 8 angeordnet. Diese sind durch Betätigen der Primärtriebseinrichtung 2 von gegenüberliegenden Seiten an ein Schweißobjekt 9 in Form von beispielsweise zwei miteinander zu verschweißenden Blechen heranführbar.

Durch die Sekundärtriebseinrichtung 3 ist die Schweißzange 4 relativ zur Robotereinrichtung 10 starr anordbar, d.h. in ihrer Position oder räumlichen Lage fixierbar. Mittels der Primärtriebseinrichtung 2 kann in diesem Zusammenhang noch eine Bewegung eines Schweißzangenschenkels 5 durchgeführt werden, der relativ zu dem von der Sekundärtriebseinrichtung 3 fixierten Schweißzangenschenkel 6 bewegbar ist.

Zur Steuerung und/oder Regelung der Antriebseinrichtungen 2, 3 sind diese mit einer Steuer-/Regeleinrichtung 11 verbunden. Durch diese erfolgt beispielsweise eine Messung der Bestromung der Antriebseinrichtungen in Höhe und Vorzeichen, eine Erfassung der Drehzahlen der entsprechenden Antriebe der Antriebseinrichtungen sowie weiterer Parameter. Außerdem erfolgt von der Steuer-/Regeleinrichtung 11 eine Übermittlung entsprechender Daten an eine gegebenenfalls entfernt angeordnete Auswerteeinrichtung 12. Die Übertragung der Daten kann in diesem Zusammenhang über eine Kabelverbindung aber auch drahtlos erfolgen.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der Schweißzange 4 kann die Sekundärtriebseinrichtung 3 beispielsweise zwei Antriebe aufweisen, die nicht nur die Schweißzange 4 in der Figurenebene um Schwenkachse 24 verschwenken, sondern auch senkrecht zur Papierebene verschwenken, so dass die Schweißzange 4 mit den entsprechenden Schweißelektroden 7, 8 im Wesentlichen im Halbraum 13 verschwenkbar ist.

Erfindungsgemäß können insbesondere drei Parameter der Schweißzange gemessen werden, wobei dies Strom, Drehzahl und Position sind. Diese drei Parameter werden nicht nur gemessen, sondern zum Betrieb der Schweißzange entsprechend geändert. Durch die Robotereinrichtung 10 erfolgt ein Heranführen der Schweißzange 4 an das Schweißobjekt 9. Während dieses Heranführens wird die Sekundärtriebseinrichtung 3 so gesteuert bzw. geregelt, dass die Schweißzange 4 in einer festen räumlichen Lage angeordnet ist. Dazu erfolgt eine Bestromung des elektromotorischen Antriebs der Sekundärtriebseinrichtung 3 in entsprechender Höhe und Richtung.

Nach Heranführen der Schweißzange 4 an das Schweißobjekt 9 wird die Bewegung der Robotereinrichtung 10 unterbrochen, so dass diese bezüglich aller Achsen, in der Regel 6 oder 7 Achsen, die Geschwindigkeit Null aufweist. Dabei ist die Schweißzange 4 in

einer bestimmten räumlichen Lage und an einem bestimmten Raumpunkt angeordnet. Diesem entspricht ein definierter Haltestrom der Sekundärtriebseinrichtung, der je nach resultierendem Kraftvektor - durch Druck oder Zug - ein positives oder negatives Vorzeichen hat. Dies gilt analog auch für den Haltestrom der Primärtriebseinrichtung 2.

Um die Schweißzangenschenkel 5, 6 einander anzunähern und mit wenigstens einer Schweißelektrode 7, 8 das Schweißobjekt 9 zu kontaktieren, wird die Sekundärtriebseinrichtung 3 zusätzlich mit einem Kontaktierstromwert beaufschlagt. Dieser wird relativ zum Haltestrom ermittelt und mit diesem vektoriell addiert.

Damit eine Bewegung des oder der Schweißzangenschenkel 5, 6 erfolgen kann, ist der Kontaktierstromwert gerade so groß, dass entsprechende Reibungskräfte der jeweils eingesetzten Schweißzange 4 überwunden werden. Die Reibungskräfte können dabei unterschiedlich für jeden Raumpunkt sein, so dass gegebenenfalls unterschiedliche Kontaktierstromwerte je nach Raumpunkt verwendet werden.

Zur Einleitung der Bewegung des oder der Schweißzangenschenkel 5, 6 wird dabei der Kontaktierstromwert kurzzeitig um einen bestimmten Faktor erhöht, um ein ausreichendes Losbrechmoment hinsichtlich des sogenannten Stick-slip Effekts zu erreichen. Dieser erhöhte Kontaktierstromwert wird für eine bestimmte Zeit oder auch für einen bestimmten Verstellweg der Sekundärtriebseinrichtung 3 zugeführt.

Mittels des zugeführten Stroms und insbesondere aufgrund des sogenannten Schleppfehlers wird dann durch die Steuer-/Regeleinrichtung 11 ein Kontaktieren des Schweißobjekts 9 durch eine Schweißelektrode 7, 8 durch entsprechende Betätigung der Sekundärtriebseinrichtung 3 erfaßt. Da der Kontaktierstromwert nur im Bereich von Milliampere ist, erfolgt eine solche Detektion sanft und ohne mechanische Verformung des Schweißobjekts.

Es sei noch darauf hingewiesen, dass durch die Sekundärtriebseinrichtung 3 auch der Zangenausgleich stattfindet, d.h. während des Schweißvorgangs bei geschlossener und an das Schweißobjekt 9 angedrückten Schweißelektrode 7, 8 ein Ausgleich der auftretenden Kräfte erfolgt.

Die beim Verschweißen ausgeübten Kräfte betragen in der Regel einige kN und insbesondere bis zu 5 kN. Solche Kräfte sind für ein sicheres Punktschweißen in der Regel erforderlich.

Der Aufbau der entsprechenden Schweißdrücke erfolgt nach erfaßter Kontaktierung. Neben dem Erfassen der Kontaktierung kann analog auch eine Dicke des Schweißobjekts bzw. ein Abstand der Schweißelektroden 7, 8 erfaßt werden. Weiterhin kann der Kraftverlauf sowohl beim Kontaktieren als auch beim Verschweißen mittels der Primär- und Sekundärtriebseinrichtungen 2, 3 und zugehöriger Steuer-/Regeleinrichtung 11 erfaßt und durch die Auswerteeinrichtung 12 zur Qualitätssicherung ausgewertet werden.

Um einen weiteren Schweißpunkt anzufahren, erfordert ein Öffnen der Schweißzange durch Betätigen der Primärtriebseinrichtung 2 und anschließend ein Betätigen der Sekundärtriebseinrichtung 3, damit die Schweißzange 4 in einer Ausgangslage und einem Ausgangspunkt angeordnet ist, von wo beispielsweise das erste Heranführen an das Schweißobjekt erfolgte.

Die Ausgangslage oder räumliche Lage der Schweißzange 4 kann hinsichtlich bestimmter Änderungen korrigiert werden. Solche Änderungen sind beispielsweise Abnutzungen einer Schweißelektrode, Verlust einer Schweißelektrode, körperliche Veränderung einer Schweißelektrode oder dergleichen. Diese Änderungen werden ebenfalls an die Auswerteeinrichtung 12 übermittelt und können zur Wartung der Schweißzange, zur Ermittlung eines Austauschzeitpunkts einer entsprechenden Schweißelektrode oder dergleichen herangezogen werden.



## ZUSAMMENFASSUNG

Bei einem Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer Schweißzangenbewegung mittels eines Schweißzangenantriebs, welcher zumindest eine Primär- und eine Sekundärtriebseinrichtung aufweist, führt die Primärtriebseinrichtung wenigstens zwei Schweißzangenschenkel mit Schweißelektroden von im Wesentlichen gegenüberliegenden Seiten an ein Schweißobjekt heran. Dann werden die Schweißzangenschenkel mit vorbestimmter Druckkraft an das Schweißobjekt gepresst. Die Sekundärtriebseinrichtung variiert bei ihrer Betätigung eine räumliche Lage der Schweißzange und insbesondere der Schweißzangenschenkel. Um auch das Kontaktieren des Schweißobjekts durch die Schweißzange kontrolliert durchführen zu können und eventuelle Abweichungen von vorgegebenen Raumpunkten beim Kontaktieren sicher erfassen zu können, wird zuerst die Schweißzange an einen bestimmten Raumpunkt relativ zum Schweißobjekt herangefahren, die Schweißzange während des Heranfahrens in einer festen räumlichen Lage gehalten, die Sekundärtriebseinrichtung bis zum Kontaktieren des Schweißobjekts mit wenigstens einem Schweißzangenschenkel betätigt und das Kontaktieren erfasst und anschließend die Schweißzange durch die Primärtriebseinrichtung unter Aufbau eines entsprechenden Schweißdrucks geschlossen.

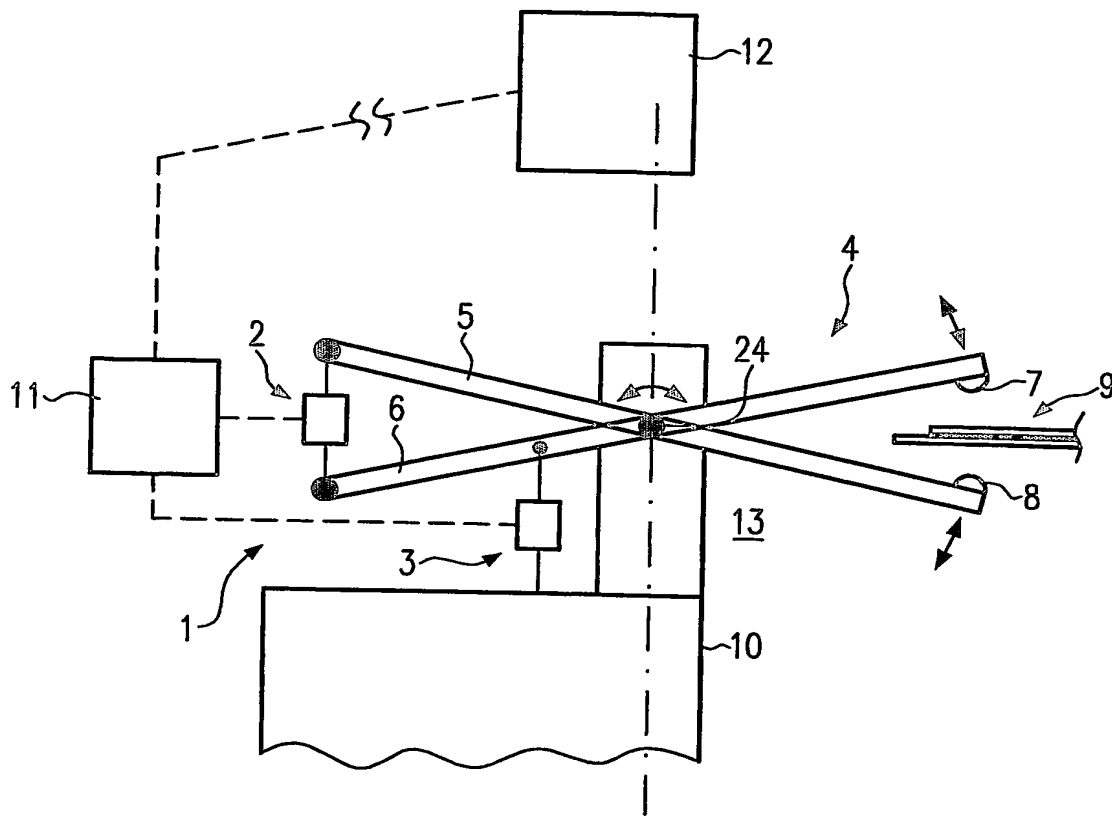


Fig.1